

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 101 (1950)

**Heft:** 10-11

**Artikel:** Die Verwendung von Baumaschinen im Waldstrassenbau

**Autor:** Haudenschild, W.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-766010>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 14.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Die Verwendung von Baumaschinen im Waldstraßenbau

Von Oberförster *W. Haudenschild*, Monthei

(Aus einem Vortrag, gehalten an der Forstabteilung der ETH in Zürich,  
am 19. Dezember 1949.)

### 1. Einleitung

Die Nutzbarmachung des Waldes ist abhängig von der Transportmöglichkeit der Waldprodukte. Um den Beweis dafür zu erbringen, brauchen wir nur Rückschau zu halten auf die Jahre des letzten Krieges und uns all der Schwierigkeiten zu erinnern, die der Forstmann bei der Bereitstellung der großen Holzkontingente überwinden mußte. Nicht an schlagbarem Holz fehlte es gewöhnlich, sondern an geeigneten Arbeitskräften und namentlich an wirtschaftlichen Transporteinrichtungen. Mangelnde Transporteinrichtungen erschweren nicht nur die Holzernte, sondern auch die praktische Anwendung der heute so hervorragenden Wissenschaften über Waldbau, Bodenkunde und Pflanzensoziologie. Verschiedene unabhängig voneinander gemachte Schätzungen führen jährliche Millionenverluste an, die unserer Volkswirtschaft durch ungenügende Pflege der Wälder entstehen.

Herr Kantonsforstinspektor *Jen ny* (6)<sup>1</sup> hat sehr treffend an einer der letzten Jahresversammlungen des Schweizerischen Forstvereins die Forstwirtschaft vorwiegend als ein Transportproblem bezeichnet. Demnach beginnen im Walde die Aufgaben und Möglichkeiten des Wirtschafters mit der Anlage von Holzbeförderungseinrichtungen.

Erfreulicherweise wurde der Transportfrage in den letzten Jahren vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt. Namentlich über das Thema « Generelle Wegnetze » wurden verschiedene wertvolle Arbeiten veröffentlicht. Ich erinnere an die Publikationen der Herren Dr. *K r e b s* (7), Dr. *H e ß* (5), *G n ä g i* (3), *S c h i l d* (8) sowie an die Vorträge, gehalten an der Jahresversammlung 1949 des Schweizerischen Forstvereins durch die Herren Prof. *B a g d a s a r j a n z* und *S o h m*. Die Bedeutung eines richtig erschlossenen Waldes wird heute meist nicht nur vom Forstmann, sondern auch vom Waldbesitzer erkannt. Es gibt Kantone, in deren Waldungen Hunderte von Kilometern Waldwege generell projektiert sind und ihrer Bauausführung harren. Leider müssen viele Projekte lange auf ihre Verwirklichung warten, oft so lange, bis sie verlorengehen. Warum? Straßenbau kostet Geld und braucht Arbeitskräfte. Über das Finanzielle ist zu sagen, daß in den letzten Jahren die Baukosten in geradezu erschreckendem Maße gestiegen sind. Nicht selten kostet heute eine Straße das Doppelte gegenüber der Vorkriegszeit. Daran sind schuld: die Teuerung, sodann die notwendige Nachholung früherer Versäumnisse durch Aufschließung schwer zugänglicher Waldgebiete und die gesteigerten

<sup>1</sup> Literaturverzeichnis am Ende der Arbeit.

Anforderungen der Fahrzeuge an Straßenbreite, Unterbau, Fahrbahn usw. Die Baukosten stehen in keinem annehmbaren Verhältnis mehr zu den Walderträgen. Warum sollten wir deshalb zur Kostensenkung nicht die Hilfsmittel der Technik — die Maschinen — einsetzen?

Durch die rasch zunehmende Bedeutung der Autotransporte hat die Straße in den letzten zwei Jahrzehnten an Wichtigkeit ungemein zugenommen. Damit ergab sich auch eine notwendige Umgestaltung der Straßenbautechnik, die ihren Ausdruck findet in der Ausbildung neuer Bauweisen einerseits und der stärkeren Verwendung neuzeitlicher Straßenbaumaschinen anderseits. Sehr interessant ist die Tatsache, daß bis heute die strukturellen Wandlungen in der Straßenbautechnik nur bei « Groß-Straßenbauten » festzustellen sind. Warum sollte nun nicht auch der Waldstraßenbau von den Erkenntnissen im « Groß-Straßenbau » profitieren und Erfolgversprechendes, wie großzügigere Planung, Festlegung einheitlicher Bauweisen und vermehrten Einsatz von Baumaschinen, übernehmen? Im Rahmen des vorliegenden Themas liegt es, näher auf die Verwendung der Baumaschinen einzutreten.

## 2. Betrachtungen über die Verwendung von Baumaschinen

Der Einsatz der Maschine hat bestechende Vorteile, aber auch Nachteile. So erlaubt sie einerseits, die Arbeit zu rationalisieren und zu vereinfachen, anderseits verdrängt sie den Menschen im Arbeitsprozeß und wirkt abstumpfend auf ihn. Ob für oder gegen die Maschine, so möchte ich hier an einen Ausspruch des Dichters H a f i s erinnern: « Wenn einer mäßig trinkt, so soll ihm das gedeihlich sein. » Vernünftig eingesetzt, wird die Maschine nicht zum Feind des Arbeiters, sondern sein willkommener Helfer. Kaum wird in erster Linie das Schicksal unserer Wirtschaft von der Verwendung der Maschine abhängen, sondern vielmehr von der Qualität der Arbeitskraft und ihrer schöpferischen Leistung. Vor allem ist Wert auf die Heranbildung einer vollwertigen menschlichen Arbeitskraft zu legen. Dazu dient die Anwendung der Arbeitsphysiologie und die Schaffung echter Betriebsgemeinschaften, ergänzt durch eine zweckmäßige Siedlungs-, Wohnungs- und anderweitige Sozialpolitik. Erst in zweiter Linie entscheidet dann der proportional richtige Einsatz der Maschine, ob die Unternehmen in vorderster Linie mitmarschieren können.

An einem Beispiel sei gezeigt, wie mit Hilfe zuverlässiger Arbeitskräfte, in Verbindung mit Baumaschinen, ein Waldstraßenbau erfolgreich ausgeführt wurde.

## 3. Geeignete Maschinen für den Waldstraßenbau

Unter den heute bekannten Baumaschinen für Straßenbau kommen für unsere Zwecke hauptsächlich in Frage: der Bagger mit Hochlöffel

oder Schürfkübel, der Traxcavator, der Bulldozer, der Muir-Hill-Kipper, der Kompressor, der Steinbrecher und die Walze.

Betrachten wir zuerst den *Bagger*. Der neuzeitliche Bagger ist vielseitig durchgebildet und verrichtet Arbeiten, die vor wenigen Jahren noch kaum denkbar gewesen wären. Im Straßenbau wird vorzugsweise der umbaubare *Löffelhochbagger*, beziehungsweise *Eimerseilbagger*, eingesetzt. Dieser Typ dient zum Lösen und Laden des Erdaushubes, eignet sich für größere Erdarbeiten und alle, auch schwerste und stark wechselnde Bodenarten mit Ausnahme von Fels. Er benötigt wenig Platz und zeichnet sich durch hohe Leistung aus. Zudem gibt er für Straßenbauten einen günstigen Böschungsanschnitt. Ein Nachteil ist, daß er den Mutterboden mit dem sterilen Untergrund vermischt.

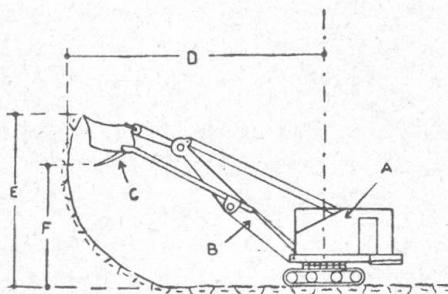


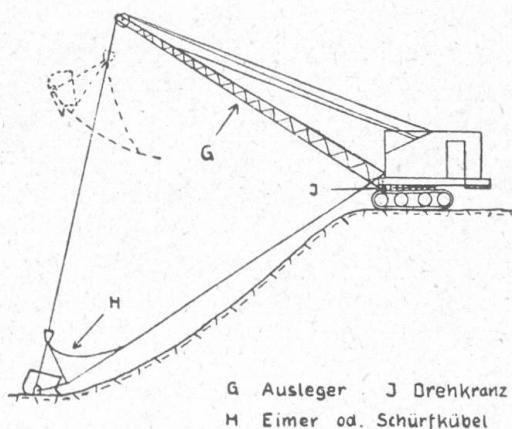
Fig. 1 *Löffelhochbagger*

A Maschinenkabine	D Grösste Reichweite
B Vorschubwerk	E Grösste Reichhöhe
C Löffel	F Grösste Ausschüttthöhe

Der Löffelbagger (Fig. 1) mit Vorschubwerk und Hochlöffel wird bei Hochbaggerung verwendet, d. h. der Bagger steht unten und arbeitet nach oben. Beim Waldstraßenbau wird meistens diese Art anzutreffen sein. Es kommt auch vor, daß der Bagger oben steht und nach unten arbeitet, was als Tiefbaggerung bezeichnet wird. Für diesen Arbeitsgang kommt der Eimerseilbagger (Fig. 2) zum Einsatz. Der Löffel wird hier durch einen Eimer oder Schürfkübel ersetzt, welcher sich nur durch Seilzüge ohne Vorschubwerk, das durch einen Ausleger ersetzt ist, bewegt. Der Eimer füllt sich infolge seines Eigengewichtes beim Anziehen an den Bagger. Da die Seile zum Leeren des Eimers beliebig abgerollt werden können und zudem der Ausleger infolge seiner leichteren Bauart gegenüber dem Vorschubwerk länger gebaut werden kann, beträgt die Reichweite zum Deponieren des Eimerinhaltes je nach Höhendifferenz zwischen Baggerstandort und Depotplatz bis dreimal mehr als beim Löffelbagger. Es ist daher beim Bau von Kehren oft möglich, bei günstiger Aufstellung des Eimerseilbaggers den Abtrag im oberen Teil der Kurve ohne Orts-

bewegung des Baggers im Auftrag des untern Kurventeils zu deponieren. Meist sind die Bagger so konstruiert, daß sie leicht in einigen Stunden vom Löffelbagger zum Eimerseilbagger umgebaut werden können.

Fig.2 Eimerseilbagger



Die Leistung des Baggers ist vorwiegend von dessen Größe und der Bodenart abhängig. Bei Behandlung der Straßenbauausführung wird darauf näher eingegangen.

Zur Bedienung des von uns verwendeten umbaubaren Löffel-, bzw. Eimerseilbaggers werden ein Baggerführer und ein Gehilfe benötigt, der in ein und derselben Person Schmierer der Maschine, dann Steineaufleser und Terrassierer ist. Ein zuverlässiger Chef dieser Zweiergruppe gibt dem Baggerführer die einzuhaltenden Terrassierungshöhen an und ist für den vollen Einsatz des Baggers verantwortlich.

Als Maschine zum Lösen und Laden des Erdaushubes bedingt der Bagger ein Fördermittel zum Wegtransport überschüssigen Materials. Wegen des raschen Arbeitens des Baggers kommt nur ein flinkes und wendiges Fahrzeug in Frage. Zudem ist bei dessen Wahl die Tragfähigkeit des Bodens zu berücksichtigen.

Gute Erfahrungen haben wir mit dem *Muir-Hill-Kipper* gemacht. Dieses Fördermittel hat sich seit Kriegsende in der Schweiz auf allen größern Baustellen für Kurztransporte gut eingeführt und wird immer mehr an Stelle der Feldbahn verwendet. Das Chassis hat einige Ähnlichkeit mit einem Traktor. Über der Triebachse ist jedoch eine Ladebrücke, die sog. Benne, aufgebaut. Diese Benne kann vom Führersitz aus augenblicklich gekippt werden. Durch den Ruck des Anfahrens wird sie automatisch wieder zum Laden hochgekippt. Die Ladebrücke wird in drei Größen von  $1,6 \text{ m}^3$ ,  $2,3 \text{ m}^3$  und  $2,7 \text{ m}^3$  Inhalt geliefert. Bei größeren Stei-

gungen oder wenig tragfähigem Untergrund wird mit Vorteil das kleine Modell verwendet, dessen Gewicht unbeladen rund 2500 kg beträgt.

Eine weitere, bei den heutigen hohen Löhnen zum Abtrag von Gesteinsmaterial unentbehrliche Maschine ist der *Kompressor*. Seit Jahren schon hat diese Maschine beim Waldstraßenbau Verwendung gefunden. Man trifft aber heute noch Baustellen an, wo in krampfhafter Handarbeit Löcher zum Sprengen gebohrt werden. Sind nur einige Blöcke zu entfernen, mag Handarbeit gerechtfertigt sein. Ist aber kompakter Fels abzutragen, empfiehlt sich der Einsatz eines Kompressors. Im Waldwegebau kommt es oft vor, daß Felspartien an verschiedenen, voneinander getrennten Orten abgebaut werden müssen. Hierzu eignet sich am besten ein nicht zu schwerer, transportabler Kompressor. Vorausgesetzt, daß nicht große Felspartien abgebaut oder sogar Galerien erstellt werden müssen, wo dann nur schwere Maschinen empfehlenswert sind, genügt ein leichter Kompressor mit der Anschlußmöglichkeit von einem bis zwei Abbau-, bzw. Bohrhämmern.

Im Bau von Kompressoren ist die schweizerische Maschinenindustrie sehr fortgeschritten, und namentlich an fahrbaren Modellen sind vortreffliche Maschinen auf dem Markt. Wichtig ist ein gut funktionierendes Kühlungssystem beim Komprimieren der Luft, da bei einem späteren Abkühlen der Luft im Speichergefäß empfindliche Druckverluste entstehen würden. Ein zum Waldstraßenbau geeigneter Kleinkompressor sollte folgenden Anforderungen genügen: Luftfördermenge bei einem Betriebsdruck von 6 Atmosphären gleich 1700 bis 1800 Liter pro Minute. Diese Leistung bedingt eine Motorstärke von 15—20 PS und einen Brennstoffverbrauch von zirka 4—5 Liter Benzin oder 3—4 Liter Dieselöl pro Betriebsstunde. Zu beachten ist bei Kompressoreinsatz in höhern Lagen, daß die Maschine in ihrer Leistung stark genug bemessen ist wegen des Leistungsabfalls des Motors und der nötigen Mehrarbeit, bzw. des Verlustes bei Verdichtung der dünneren Luft.

Die bis jetzt beschriebenen Maschinen dienen zum Lösen, Laden und Transport des Aushubes. Wenden wir uns nun zwei Baumaschinen zu, die für die Erstellung des Fahrbahnoberbaues von Bedeutung sind. Die eine dieser Maschinen, der Steinbrecher, dient zum Zerkleinern der Steine in Schotter und Sand, zwei Materialien, die sehr wichtig sind für eine gute Erstellung der Fahrbahnoberfläche. Oft sind auf der Baustelle oder in deren Nähe weder Kies noch Sand zu finden. Steine jedoch sind in genügenden Mengen vorhanden. In solchen Fällen empfiehlt es sich, den Steinbrecher einzusetzen.

Was Größe und Gewicht anbelangt, gilt das gleiche wie beim Kompressor. Es kommen nur leichte, fahrbare Typen in Frage. Eine vollständige Brechanlage umfaßt Brecher, Motor, Ladebrücke und Sortiertrommel, bzw. Sortiersiebe, alles auf einem fahrbaren Chassis aufgebaut. Bei den Steinbrechern sind grundsätzlich zwei Typen zu unterscheiden:

Der *Doppelkniehebelbrecher* zerkleinert die Steine mit Hilfe eines besondern Exzentrers und eines Kniehebelsystems durch reine Druckbewegung. Die Brechbacken bewegen sich pendelartig hin und her. Je nach Stellung der Backen kann der Brechdruck sehr groß gewählt werden, so daß sich dieser Typ speziell zum Brechen von hartem Gestein eignet. Der *Einschwingenbrecher* zerkleinert die Steine dadurch, daß die Brechbacken direkt auf dem Kurbelwellenexzenter sitzen und deshalb eine gleichzeitig drückende und einziehende Bewegung ausführen. Es erfolgt eine elliptische Bewegung der Backen. Durch die zwangswise Abwärtsbewegung der Backen erhält man eine bedeutend größere Leistung; denn die Steine werden mitgerissen. Diese durchreißende Bewegung erlaubt auch weichere, mit Lehm durchsetzte Steine rationell zu brechen. Der Einschwingenbrecher ist also weniger empfindlich gegen schmieriges Gestein. Ein Nachteil gegenüber dem Doppelkniehebelbrecher besteht darin, daß die elliptische Backenbewegung eine vermehrte Abnutzung der Brechbacken bewirkt.

Wir verwendeten erfolgreich einen Einschwingenbrecher mit folgenden technischen Daten: Größe des Brechmaules  $32 \times 22$  cm; Leistung bei Grobbruch (0 bis 70 mm) pro Stunde 4 bis 5  $m^3$ ; Kraftbedarf 14 PS; Tourenzahl 350 pro Minute. Zu beachten ist, daß Steinbrecher nur bei richtiger Tourenzahl gute Leistungen aufweisen. Die Maulweite soll nicht zu klein sein, weil sonst das Vorbereiten der Steine viel Zeit beansprucht.

Weiter erwähne ich die Walze. Leider findet diese Maschine bis heute kaum Verwendung im Waldwegebau. Wenn aber eine Maschine beim neuzeitlichen Straßenbaubetrieb unentbehrlich ist, so ist das jedenfalls die Walze. Sie spart uns Baumaterial; denn an Stelle des rauen Schotterbelages, der auf der Straße rollt, weggeschleudert oder zermahlen wird, tritt dank der Walze die glatte Fahrbahnoberfläche. Diese ist leicht zu unterhalten und bedingt für alle Fahrzeuge bedeutend weniger Kraftaufwand. Wir unterscheiden die mit Dampf betriebenen Walzen und solche mit Diesel- oder Benzinmotor. Die Dampfmaschine arbeitet elastischer als der Dieselmotor. In Unternehmerkreisen zeigt sich heute aber die Tendenz, den Vorzug der Dieselwalze zu geben, die bedeutend weniger Wartung erfordert gegenüber der Dampfwalze. Zudem kann beim Dieselmotor, der weniger Platz beansprucht, der Radstand verkürzt werden, was die Wendigkeit der Walze vergrößert. Die Dieselwalze ist ferner beliebt wegen ihres guten Arbeitens auf steilen Straßen, einer Eigenschaft, die im Waldstraßenbau erwünscht ist.

Je schwerer die Walze ist, um so besser verdichtet sie den Straßenuntergrund und die Decke. Doch nicht das Gewicht allein, sondern auch Raddurchmesser und Radbreite sind wichtig, da der Auflagedruck pro Flächeneinheit entscheidend ist. Empfehlenswert ist die Wahl von Walzen mit möglichst großem Raddurchmesser, weil damit wellenfreier verdichtet werden kann.

In der Praxis werden heute für das Einwalzen von Steinbett und Decklagen meist Walzen von 6 bis 12 Tonnen Gewicht verwendet. Das Gewicht der Walze ist den Baustoffen anzupassen. Für unsern Waldstraßenbau wurde die 6-Tonnen-Walze gewählt mit der Möglichkeit einer Ballastzulage bis 1,5 Tonnen. Das veränderliche Gewicht hat sich als sehr nützlich erwiesen. Zudem hat sich gezeigt, daß auf den bis zu 10 % Steigung betragenden Walzstrecken ein Walzengewicht von 7—8 Tonnen wegen Schleudergefahr nicht überschritten werden sollte.

Die technischen Daten der verwendeten Walze: Betriebsgewicht 6 t, bzw. 7,5 t mit voller Ballastzulage; ganze Walzenbreite 1,6 m; Motorstärke 16 PS; 3 Geschwindigkeiten, vor- und rückwärts; stündlicher Treibstoffverbrauch 1,5 bis 2 l Dieselöl je nach Walzengewicht und Steigung; Bodendruck des Vorderrades 25 kg pro  $\text{cm}^2$ , der Hinterräder 44 kg pro  $\text{cm}^2$ .

Die bis jetzt beschriebenen Maschinen kamen seit 1946 in unserer Forstverwaltung zur Verwendung. Seither sind aber neue Baumaschinen aufgetaucht, wovon ich ganz kurz noch zwei sehr interessante Typen anführen möchte.

Die eine Maschine, der *Traxcavator*, fand in der Schweiz im Waldstraßenbau letztes Jahr erstmals Verwendung durch Herrn Stadtforstmeister Gugelmann in Zürich und Herrn Kreisforstinspektor Leuenberger in Nyon. Die Arbeitsleistungen der Maschine waren gut. Der Kubikmeter Abtrag, inbegriffen Deponieren, kam nach meiner Berechnung auf Grund einer Bauplatzbesichtigung auf Fr. 1.80 bis Fr. 2.—. Der Vorteil gegenüber dem Bagger besteht darin, daß der Traxcavator das Abbaumaterial in seiner großen Schaufel selbst wegführen kann. Um die Maschine aber in rationellem Einsatz zu behalten, sollten meines Erachtens Transportweiten von mehr als 30 m nicht überschritten werden, obwohl ausnahmsweise noch Transportweiten bis 100 m von den Unternehmern als rentabel erachtet werden. Die Geschwindigkeit mit Raupen ist zu klein, als daß die beladene Maschine auf längere Strecken wirtschaftlich arbeiten könnte. Nach den Prospekten der Baufirma ist die Maschine vor allem Ladegerät und erst in zweiter Linie Abbau- und Transportgerät. Zudem ist der Böschungsanschnitt sehr ungünstig, d. h. im Abtrag ergeben sich bei kompaktem Material senkrechte Wände als Folge der nur vertikalen Bewegung der Schaufel.

Noch rationeller und interessanter dürfte sich die Verwendung eines *Bulldozers*, bzw. *Angledozer* für Erdabbau und Planie gestalten. Der Bulldozer ist ein Traktor mit vorgebautem Stahlschild, der senkrecht zur Fahrrichtung steht und je nach Modell in der Höhe verstellt werden kann. Der Angledozer weist dieselben Eigenschaften auf, doch kann außerdem sein Stahlschild zur Fahrrichtung geschwenkt werden, ähnlich einem einseitig wirkenden Schneepflug. Leider kenne ich kein Beispiel, wo in unserem Lande die Erdbewegungen im Straßenbau mit

einer solchen Maschine ausgeführt wurden. In Amerika kommt der Bulldozer sowie der Angledozer aber seit Jahren im Straßenbau zum Einsatz und neuerdings auch in Österreich. Ich verweise auf die kürzlich erschienene Publikation von Elsässer (1): «Der Caterpillar-D6-Angledozer im forstlichen Wegebau.» Die Resultate mit Bulldozer wie Angledozer sollen bautechnisch wie wirtschaftlich ausgezeichnet sein. In der Schweiz sind verschiedene Bulldozers stationiert. Es ist zu hoffen, daß in nicht allzu ferner Zeit jemand den Mut und die Mittel aufbringt, diese Maschine auch für schweizerische Verhältnisse im Waldstraßenbau auszuprobieren.

#### 4. Einige Angaben über das mit Hilfe von Baumaschinen verwirklichte Waldwegprojekt

Zur Erschließung ihres am Nordhang des Dents-du-Midi-Massives gelegenen Waldkomplexes Valerette baute die Gemeinde Monthey in den Jahren 1936—1945 eine 9 km lange Waldstraße. Ausgangspunkt bildete der auf 650 m ü. M. gelegene Weiler Choex. Endpunkt war Vouargne-Bourlo auf 1400 m ü. M. am Fuße des Waldes Valerette.

Über die Finanzierung ist zu erwähnen:

Baukosten total . . . .	Fr. 830 000.—
Baukosten pro Meter . . .	Fr. 91.50
Kostenverteilung:	
Bund und Kanton:	56 % oder Fr. 51.20/m
Gemeinde Monthey:	44 % oder Fr. 40.30/m

Schon vor Beendigung des Baues zeigte es sich, daß die relativ teure Waldstraße ihren Zweck nur unvollständig erfüllte, wenn nicht eine Weiterführung der Straße bis in das « Herz » des Waldes erfolgen sollte. Trotzdem von verschiedenen Seiten die Einwendung erhoben wurde, der Bau bis Vouargne-Bourlo hätte bereits genug gekostet, konnte die generelle Planung der Wegfortsetzung an die Hand genommen werden. Es wurde versucht, durch eine gute Lösung des Erschließungs- und Baukostenproblems die Behörde für den Weiterbau zu gewinnen.

Über die bei der Projektierung zu berücksichtigenden gegebenen Grundlagen, wie Geländeausbildung, geologischer Untergrund und Möglichkeit der Beschaffung von Baumaterial für Wegoberbau und Kunstbauten, ist folgendes zu sagen: Topographisch war das Gelände einfach. Es handelte sich um einen einseitig mittelmäßig bis stark geneigten Hang, im Osten mit NO-Exposition, dann gegen Westen in NW-Exposition übergehend. Den Baugrund bildeten bis auf eine Höhe von 1550 m Moränen verschiedener Vergletscherungsepochen mit zeitweise zutage tretenden Flyschpartien. Oberhalb 1550 m waren tiefgründige, steinarme, stark lehmhaltige und zu Vernässung neigende Böden. In der Nähe

von Vouargne-Bourlo wurde ein ausgiebiges Felsband aus Hochgebirgskalk gefunden, ein Material, das sich für Steinbett, Wasserschale, Randstein und Schotteraufbereitung gut eignet.

Die Festlegung der *variablen Grundlagen*, wie durchschnittlicher Wegabstand und minimaler Kurvenradius, erfolgte auf Grund einiger Zeit-, bzw. Leistungsstudien über das Reisten und einer Untersuchung über minimale Kurvenradien, abhängig von der Länge des zu transportierenden Holzes, der Straßenbreite in der Kurve sowie der Fahrzeugbreite.

Die Wahl des mittleren Wegabstandes fiel auf 200 m. Für unser Gelände mit einseitig geneigtem Hang beträgt demnach die Wegdichte pro ha 50 m Fahrstraße. Bei dieser Wegdichte betragen nach den gemachten Zeitstudien im Gebiet von Valerette die Ausgaben für Holzfällen und Aufarbeiten 80 %, für Reisten bis an die Fahrstraße 20 %.

Für die Berechnung des minimalen Kurvenradius wurde folgende Formel abgeleitet:

$$R = \frac{[2/3(L-a)]^2}{2(B-b)}$$

wobei  $R$  = minimaler Kurvenradius,  $L$  = Stammlänge,  $a$  = vorragender Teil des Stammes über den vordern Auflagepunkt auf dem Fahrzeug (in der Praxis meist zirka 1 m);  $B$  = Straßenbreite in der Kurve,  $b$  = Fahrzeugbreite.

Die Formel berücksichtigt nur den Fall der nicht lenkbaren Anhängerachse. Auf der neuzeitlichen Waldstraße sollen alle Fahrzeuge, auch solche mit nicht lenkbarer Anhängerachse, Stämme von der bei der Projektierung berücksichtigten Maximallänge transportieren können. Nur dann hat die Straße ihren vollen Wert.

Nach Abschluß der verschiedenen Untersuchungen wurden im generellen Projekt für die Erschließung des Waldkomplexes Valerette folgende befestigte Fahrwege, Erdwege und Ergänzungsbauten vorgesehen:

I. *Mit schweren Motorfahrzeugen befahrbar:*

1. der Hauptweg,
2. drei Nebenwege.

II. *Befahrbar mit Pferdegespann, Jeep, Raupentraktor:*

Erdwege von 2 m Breite.

III. *Ergänzungsbauten:*

1. Reistwege mit durchschnittlich 20—30 % Gefälle,
2. Lagerplätze mit Aufladerampen.

Ende Frühjahr 1946 verhalfen weitblickende Männer der Gemeindebehörde dem Projekt zur Bauausführung. Durch Einsatz erfolgversprechender Baumaschinen sollte möglichst viel Geld eingespart werden. Zu Versuchszwecken wurde ein erster Baukredit von Fr. 6500.— bewilligt.

Ohne Verzug erfolgte die definitive Projektierung eines ersten Teilstückes des Hauptweges nach üblicher Methode, d. h. Verpflockung der Wegachse durch Bodenpflock und Nummernpfahl, Aufnahme eines Längenprofils, Anfertigung eines Situationsplanes, Ermittlung der Fahrbahnquoten und Massenberechnung.

### 5. Erfahrungen mit dem Einsatz von Baumaschinen

Als erste Maschine wurde zum Terrassieren ein 8-Tonnen-Löffelraupenbagger mit einem Löffelinhalt von  $0,35 \text{ m}^3$  gemietet zu Fr. 28.— pro Stunde, Baggerführer und sämtlicher Treib- und Schmierstoff inbegriffen. Entsprechend dem Sprichwort «Aller Anfang ist schwer», waren die ersten Baggertage mühsam. Bauleitung, Baggerführer und Arbeiter hatten sich begreiflicherweise technisch und organisatorisch erst in die neuen Aufgaben einzuarbeiten. *Besonders wichtig ist es, daß die Bauleitung das Wesen der einzelnen Maschinen genau erfaßt; denn unrichtiger Einsatz bringt das Werk um den erwarteten Arbeitserfolg.*

Schon am ersten Tag des Baggereinsatzes zeigte sich, daß bei dem raschen Vorwärtskommen der Maschine die Verpflockung der Straßenachse arbeitserschwerend war. Zwei Mann hatten ständig die Achspflöcke außerhalb des Baugrunds durch Hilfspflöcke zu sichern. Zwecks Arbeitserleichterung fingen wir an, die innere Bankettlinie mit soliden Pflöcken zu markieren und diese so weit in die Erde zu treiben, bis deren Köpfe mit der projektierten Banketthöhe übereinstimmten. Auf diese Weise waren alle andern Pflöcke inner- und außerhalb des Koffers überflüssig. Entsprechend unserm Querprofil wußten wir, daß das Niveau des Straßenkoffers 42 cm tiefer als der Kopf des Bankettpflockes war. Die Bankett-pflöcke, die in je 5 bis 8 m Entfernung eingeschlagen wurden, gaben auf diese Weise dem Baggerführer leicht den Ort an, wo der Baggerlöffel anzusetzen war. Der Abtrag geschah im Profil vom Bankettpflock aus stets hangeinwärts. Im Gegensatz zum früher vorgesehenen Abtransport des überschüssigen Materials deponierten wir dieses an Ort und Stelle hangabwärts. Nur in zwei Kehren mit rund  $4000 \text{ m}^3$  Erdbewegung erfolgten Materialtransporte mit dem Muir-Hill-Kipper.

Es war von Vorteil, wenn möglichst die ganze Kofferbreite auf gewachsenen Boden zu liegen kam, weil in der Aufschüttung die Raupen des Baggers leicht einsackten und damit seine Beweglichkeit und Arbeitsleistung ungünstig beeinflußt wurde. Die Verlegung des Koffers auf möglichst gewachsenen Boden brachte einerseits den Nachteil des vergrößerten Anschnittes und Aushubes mit sich, anderseits aber auch Vorteile, die, wenigstens in unserem Falle, überwogen. So konnten durch den vermehrten Abtrag breite Bankette angelegt werden, was die Holzlagerung erleichtert. Im vergrößerten Aushub wurde vermehrt Steinbettmaterial

gefunden. Mit diesem konnte sofort auf gewachsenem Boden das Steinbett erstellt werden, was mehrmaliges Deponieren der Steine erübrigte.

Der Erdabtrag mit Bagger erwies sich als sehr billig, so daß der größere Aushub, bedingt durch den Baggereinsatz, sich auf die Gesamtbaukosten nicht stark auswirkte. Im ersten Jahr, das für uns als Lehrjahr zu gelten hatte, kostete uns 1 m<sup>3</sup> Erdabtrag, inbegriffen das Ausreißen der Stöcke mit Bagger sowie das Regeln des Koffers, d. h. dessen Bereitstellung zur Aufnahme des Steinbettes, rund Fr. 1.20. Die mittlere Stundenleistung betrug 27 m<sup>3</sup>.

Der Vorteile wegen gingen wir dazu über, bei der definitiven Verpflockung des restlichen Wegnetzes nicht mehr die Achse, sondern direkt die innere Bankettlinie zu verpflocken. Auch verzichteten wir mangels Zeit auf alle Planerstellungen. Wir gingen folgendermaßen vor:

1. Bestimmen der Bankettlinie auf Grund der generellen Nulllinie im Gegensatz zur früheren Festlegung der Straßenachse. Das Kurvenabstecken geschah normalerweise nach der Viertelmethode, bei Kehren wurden Meßband und Winkelspiegel verwendet.
2. Verpflockung der ermittelten Bankettlinie durch solide Rundlinge von 1 bis 1,20 m Länge, welche vorerst nur leicht eingeschlagen wurden.
3. Vom bekannten Anfangspunkt aus wurde nun mit Hilfe von Clysimeter, Visierkreuz und Meßgehilfen, je nach Sichtweite, in je 20 bis 30 m Distanz ein Punkt der Bankettlinie, entsprechend dem im generellen Projekt festgelegten Gefälle, in die Gefällslinie gebracht.
4. Anschließend wurde durch den Viseur, mit Hilfe dreier Visierkreuze und zweier Gehilfen, zwischen den einzelnen fixierten Punkten die restlichen Pflöcke so weit eingeschlagen, bis ihre Enden in der festgelegten Gefällslinie des Bankettes lagen. Damit war die Projektierung so weit fertig, daß der Bau begonnen werden konnte.

Unter der Voraussetzung, daß die Straßenkofferhöhe mit der Nulllinie identisch ist und wir bei der Verpflockung der Bankettlinienhöhe, deren Pflockenden gleichzeitig die Höhe des fertigen Bankettes angeben, möglichst der Nulllinie folgen, ragen die Pflöcke in unserem Fall durchschnittlich 42 cm aus der Erde. Weicht die Bankettlinie von der Nulllinie talwärts ab, ragen die Pflöcke stärker aus dem Terrain, gerät man zu sehr hangeinwärts, kann es vorkommen, daß sie eingegraben werden müssen. Die Methode, nur mittels Clysimeters und Visierkreuze das Längenprofil direkt im Gelände zu bestimmen, gab für unsere Waldwege genügend genaue Resultate. Die gebauten Straßen weisen eine « flüssige » Gefällslinie auf.

Dank den sehr günstigen Erfahrungen mit unserer neuen Baumethode bewilligte die Gemeinde für das Jahr 1947 einen neuen Baukredit, so daß wir die Terrassierungsarbeiten des Hauptweges mit den bedeutenden Erdbewegungen in den beiden Kehren beenden und zudem im vorjährig erstellten ersten Teilstück Schale und Randstein einbauen konnten. Als Bagger wurde, im Gegensatz zum Jahre 1946, ein Modell von 17 Tonnen Gewicht gewählt, da es sich gezeigt hatte, daß die 8-Tonnen-Maschine, namentlich zum Ausreißen der größeren Stöcke, zu wenig Standfestigkeit aufwies. Der Mietpreis für das größere Modell betrug pro Stunde Fr. 32.—. Entsprechend der um Fr. 4.— höheren Miete konnte aber auch die durchschnittliche Stundenleistung von 27 auf 38 m<sup>3</sup> gebracht werden, was pro m<sup>3</sup> rund 98 Rappen ausmachte.

Letztes Jahr erhielten wir den nötigen Kredit, um den Straßenkoffer des mittleren und oberen Nebenweges mit dem Bagger zu erstellen. Gemietet wurde wieder ein 17-Tonnen-Bagger. Dank einem ausgezeichneten Baggerführer und den gewonnenen Erfahrungen wurden die guten vorjährigen Resultate noch verbessert, und das trotz dem ungünstigen, regnerischen Sommer. Die Stundenleistung stieg auf durchschnittlich 47 m<sup>3</sup>, und der Kubikmeter Abtrag, einschließlich Stockausreißen und Kofferregulierung, kam uns auf 79 Rappen zu stehen. Allerdings hatten wir die Stöcke mit Sprengstoff in der Erde gelockert, was nicht in den 79 Rappen inbegriffen ist. Die Lockerung geschah in der Weise, daß wir knapp neben dem Stock hangwärts mit einer Eisenstange in die Erde ein Loch von 30 bis 50 cm Tiefe gruben und darin je nach Stockgröße 1 bis 2 Gamsitpatronen zur Explosion brachten.

Bei den andern im Straßenbau eingesetzten Maschinen dürften vorwiegend die finanziellen Ergebnisse interessieren; denn im Gesamten entscheidet ja erst das Endresultat über Erfolg oder Mißerfolg. Alle verwendeten Baumaschinen waren, mit Ausnahme der Walze, welche der Gemeinde Monthey gehört, gemietet. Nachfolgend sind die Auslagen für Miete der einzelnen Maschinen angeführt, einschließlich Kosten für Schmiermittel und Treibstoff.

Der *Kompressor* kostete monatlich Fr. 350.—. Bei 120 Betriebsstunden pro Monat kam uns eine Betriebsstunde, einschließlich Abnützung der Abbau-, bzw. Bohrhämmer, auf Fr. 7.20 zu stehen.

Für den *Muir-Hill-Kipper* wurde pro Stunde, einschließlich Chauffeurs, Fr. 16.— bezahlt. Die Leistung betrug bei einer durchschnittlichen Transportdistanz von 50 m im Mittel pro Stunde 20 m<sup>3</sup>, d. h. der Kubikmeter kostete uns 80 Rappen, vorausgesetzt, daß mit Bagger aufgeladen wurde.

An Miete für den *Steinbrecher* mit Motor zahlten wir Fr. 360.— pro Monat. Bei monatlich 180 Betriebsstunden kostete uns eine Betriebsstunde Fr. 3.10. Bei einer Stundenleistung von 4 m<sup>3</sup> Schotter (0 bis

70 mm unsortiert) und einer Bedienung durch fünf Mann kostete der Kubikmeter Schotter Fr. 4.25.

Die *Walzarbeit* war für uns als Besitzerin der Maschine, die amortisiert ist, sehr billig. Wir hatten nur den Walzenführer, Treib- und Schmierstoff zu bezahlen, was pro Stunde Fr. 3.60 ausmachte. Als Miete für eine entsprechende Walze, einschließlich Walzenführers, muß heute mit zirka Fr. 10.50 gerechnet werden. Hätten wir eine Walze mieten müssen, wäre das Einwalzen der 12 cm dicken Decklage, bestehend aus Brechschotter und Sandabdeckung, eingerechnet zwei Mann für Regulierungsarbeiten, auf zirka Fr. 0.15 pro  $m^2$  zu stehen gekommen. Es wurde so weit gewalzt, daß sich die Spur eines normal geladenen, eisenbereiften Wagens nicht mehr abzeichnete. Pro Flächeneinheit waren 30—40 Walzgänge nötig, und pro Stunde konnten 90—100  $m^2$  fertig eingewalzt werden.

## 6. Die Gesamtbaukosten

Die mit Hilfe der erwähnten Maschinen seit 1946 am Waldwegprojekt « Valerette » ausgeführten Arbeiten kosteten Fr. 97 500.— Das ausgeführte Bauvolumen umfaßt:

1. 2650 m mit schweren Lastwagen befahrbare Wege von 3,40 m Breite, fertig erstellt bis auf eine letzte Überkiesung zur Oberflächenregulierung;
2. 1250 m Wegkoffer, bereit zur Steinbettaufnahme;
3. 810 m Erd- und Reistwege.

Die Gesamtausgaben verteilen sich auf: Lohnauszahlungen 46 %; Maschinenmiete inbegriffen Baggerführer, Chauffeure und Treibstoff 38 %; Transporte von Stein-, Kies- und Sandmaterial mit Lastwagen 9 %; Ankauf von Zement, Sand und Röhren 5 % und Verschiedenes 1 %.

Bis heute wurden durchschnittlich Fr. 24.— pro Laufmeter Fahrstraße ausgegeben. Für Beendigungsarbeiten von im Bau befindlichen Arbeiten sind noch rund Fr. 15 000.— nötig, so daß sich die Gesamtkosten pro Laufmeter Fahrstraße auf zirka Fr. 28.— bis Fr. 30.— belaufen werden. Berücksichtigt man ferner die zum Bau der verbleibenden Erd- und Reistwege veranschlagten Fr. 5000.— sowie die voraussichtlichen Kosten von Fr. 55 000.— für den Nebenweg — vorausgesetzt, daß auch hier Baumaschinen zum Einsatz gelangen —, ergibt sich für das Gesamtprojekt « Valerette » eine Bausumme von Fr. 172 500.— oder eine Belastung von Fr. 1190.— pro Hektare erschlossenen Waldes. Dadurch wird die Hektare Wald bei einem Zinsfuß von 3½ % jährlich mit Fr. 41.65 (bei 3 % mit Fr. 35.50) belastet, einer Summe, welche bei den vielen Vorteilen, die das Wegnetz bietet, zu verantworten ist.

Bei einem Kostenvergleich mit der vorgängig ohne Maschinen im Akkord gebauten Waldstraße « Les Giettes » darf unser Resultat wohl als erfreulich gelten:

Fr. 28.— bis Fr. 30.— voraussichtliche Totalausgaben pro Laufmeter Fahrstraße von 3,40 m Breite, einschließlich Anlage mehrerer Erd- und Reistwege ohne fremde finanzielle Hilfe, und

Fr. 91.50 Ausgaben pro Laufmeter für die in den Jahren 1936—1945 gebaute Waldstraße « Les Giettes » von 4 m Breite in den drei untern Teilstücken und 3 m im obersten Teilstück, wobei nach Abzug der Subventionen von Bund und Kanton der Gemeinde immer noch ein Kostenanteil von Fr. 40.30 verblieb.

### 7. Schlußbetrachtungen

Unser Beispiel vom Waldstraßenbau « Valerette » zeigt, daß es bei richtigem Einsatz von Maschinen möglich ist, den Waldstraßenbau billiger zu gestalten. Das gute Resultat wäre aber trotz Baumaschinen kaum erreicht worden, wenn nicht in erster Linie die menschliche Arbeitskraft sich voll hätte entfalten können. Von Beruf Holzhauer, waren die Arbeiter überzeugt von der Nützlichkeit ihres Straßenbaues für den Wald. Sozial gerechte Bedingungen förderten ihren Arbeitseifer. Dies, in Zusammenarbeit mit zweckmäßigen Maschinen, sichert der Sache den Erfolg. Sämtliche Bauarbeiten wurden in Regie ausgeführt, was die Bestimmung der Gestehungskosten der einzelnen Baueinheiten erleichterte. Im weitern war der Untergrund gut mit dem Bagger abzubauen und lieferte zahlreiches Material für Steinbett, Wasserschalen und Randsteine, was ebenfalls mithalf, Geld einzusparen.

Wirtschaftlicher Waldwegebau erlaubt nicht selten vermehrtes Bauen. Vermehrtes Bauen wiederum bessere Waldpflege und damit Schaffung von Arbeit als Ersatz für eingesparte Arbeitskräfte bei Verwendung von Maschinen im Straßenbau. Vermehrte Waldpflege heißt aber nichts anderes als Hebung des Waldwertes und -ertrages, die schönste Aufgabe unseres Berufsstandes.

### Résumé

#### Utilisation d'outils mécaniques pour la construction de routes forestières

L'auteur, après avoir rappelé l'importance des voies de transport en forêt, insiste sur le fait que de nombreuses routes devraient être construites rapidement pour permettre de mieux desservir nos boisés suisses. Mais les routes coûtent, et il faut chercher les moyens d'en réduire les frais de construction. L'emploi rationnel de machines est une des solutions du problème.

La commune de Monthey a ainsi construit dans ses forêts de Valerette une route forestière non subventionnée de 3,9 km. de long. Les frais, qui se montent à 28—30 francs le m., sont de beaucoup inférieurs pour la commune

à ceux de routes subventionnées construites en 1936—1945. Les machines suivantes ont été employées :

- a) *pelle mécanique avec équipement en bute* (Löffelhochbagger) employée pour les terrassements situés plus haut que la machine;
- b) *pelle mécanique avec équipement dragline* (Eimerseilbagger) employée pour les terrassements en contre-bas. Elle a un plus grand rayon d'action que la précédente et donne une bonne pente aux talus;
- c) *basculeur à moteur Muir-Hill* (Muir-Hill-Kipper), qui sert aux transports sur courtes distances. Capacité variant entre 1,6 et 2,7 m<sup>3</sup>;
- d) *compresseur*, pour les travaux dans le rocher;
- e) *concasseur à pierre*; deux modèles sont employés : le concasseur à double effet, utilisé surtout pour traiter les roches dures, et le concasseur à effet simple, d'un plus grand rendement, et qui permet de concasser les pierres mélangées à de l'argile. Les mâchoires du second subissent une usure rapide;
- f) *le rouleau compresseur*.

D'autres machines peuvent être employées pour la construction de routes : le Traxcavator, qui transporte lui-même les matériaux qu'il arrache, mais qui donne des talus verticaux. Le Bulldozer, au rendement intéressant, mais qui n'a jamais été employé en Suisse.

Lors de l'utilisation de machines, il est de toute importance de leur faire faire exactement les travaux pour lesquels elles ont été construites, donc de les connaître à fond. L'expérience aidant, les résultats obtenus sont vraiment excellents. Notons en passant que le piquetage de la route ne se fait pas sur l'axe, mais sur le bord intérieur de la banquette, ceci pour faciliter l'emploi de pelles mécaniques.

F. G.

#### Literatur:

1. Elsässer, A.: Der « Caterpillar-D6-Angledozer » im forstlichen Wegebau, Graz, 1949.
2. Gabay, Adil: L'application du tracteur aux travaux de terrassement et d'excavation. Librairie de l'Université de Lausanne.
3. Gnägi, H.: Zum Thema « Generelle Wegnetze ». Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, Heft 9, 1945.
4. Hauska, L.: Das forstliche Bauingenieurwesen. Band III/1, Verlag C. Gerold's Sohn, Wien, 1938.
5. Heß, E.: Generelle Wegnetze. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, Heft 5/6, 1945.
6. Jenny, H.: Fragen der Holzgewinnung im Rahmen des forstlichen Wiederaufbaues. Beiheft Nr. 23 zu den Zeitschriften des Schweiz. Forstvereins, 1946.
7. Krebs, E.: Grundsätzliches zum Waldstraßenbau. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, Heft 10, 1944.
8. Schild, W.: Generelles Wegnetz der Montoz-Waldungen. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, Heft 12, 1947.
9. Scholtz, J.: Die Wirtschaftlichkeit der Straßenbaumaschinen in Abhängigkeit von Klima und Bauweise und die Abschreibungsfrage. Dissertation Techn. Hochschule Hannover, 1937.